

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

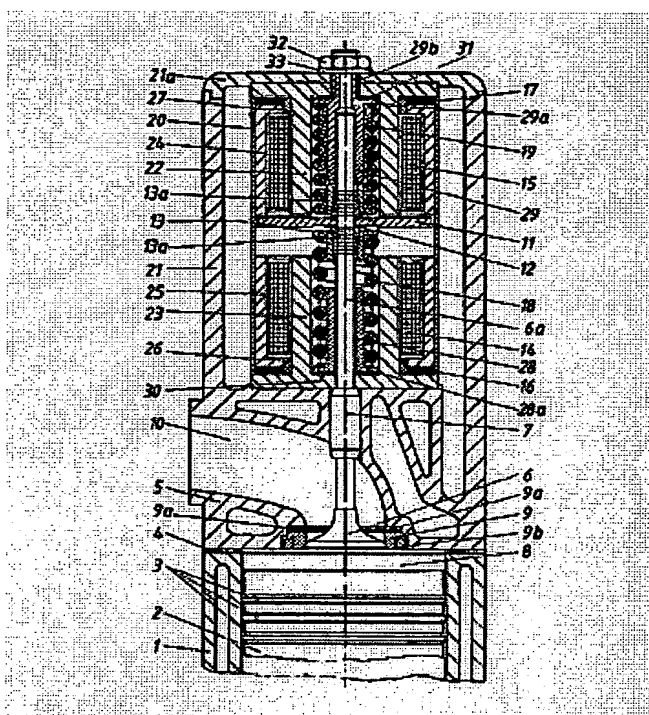
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Device for the electromagnetic control of piston valves

**Patent number:** DE3500530  
**Publication date:** 1986-07-10  
**Inventor:** ANTRITTER WERNER DIPL ING (DE); SCHAEFER HEINZ ING GRAD (DE); HAUER RUDOLF (DE); KRUEMMEL LUDWIG DIPL ING (DE)  
**Applicant:** BINDER MAGNETE (DE)  
**Classification:**  
- international: F01L9/04  
- european: F01L9/04  
**Application number:** DE19853500530 19850109  
**Priority number(s):** DE19853500530 19850109

### Abstract of DE3500530

In order to control the valve 6 of an internal combustion engine, an electromagnetically operating control is proposed instead of mechanical cam control. The said electromagnetically operating control consists of two electromagnetic systems with the coils 14 and 15. The two systems act on a common armature plate 11 which is located between them and is permanently connected to the valve shaft 6a. Two springs 18 and 19 act on the armature plate 11 and thus on the valve 6 in opposite directions. In each case one permanent magnet 16 and 17, respectively, is inserted into the magnetic circuit of the two electromagnetic systems. The permanent magnets 16 and 17 hold the armature 11 in each case in the limit positions. The holding force of the permanent magnets is cancelled out in order to trigger the valve movement by counter-excitation of the associated electromagnetic system so that the armature 11 and thus the valve 6 is moved into the other limit position under the effect of the prestressed springs 18 and 19, respectively.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 35 00 530.0  
②2 Anmeldetag: 9. 1. 85  
④3 Offenlegungstag: 10. 7. 86

Patentamt

DE 3500530 A1

⑦1 Anmelder:

Binder Magnete GmbH, 7730  
Villingen-Schwenningen, DE

⑦4 Vertreter:

Westphal, K., Dipl.-Ing.; Mußgnug, B., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., 7730 Villingen-Schwenningen; Buchner,  
O., Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

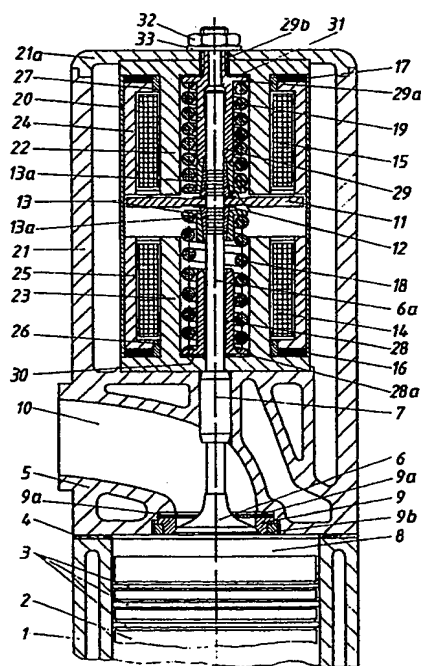
⑦2 Erfinder:

Hauer, Rudolf; Krümmel, Ludwig, Dipl.-Ing. (FH);  
Anritter, Werner, Dipl.-Ing.; Schäfer, Heinz,  
Ing.(grad.), 7730 Villingen-Schwenningen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung zur elektromagnetischen Steuerung von Hubventilen

Zur Steuerung des Ventiles 6 einer Verbrennungskraftmaschine ist anstelle der mechanischen Nockensteuerung eine elektromagnetisch arbeitende Steuerung vorgeschlagen. Diese besteht aus zwei elektromagnetischen Systemen mit den Spulen 14 und 15. Beide Systeme wirken auf eine gemeinsame, zwischen ihnen gelegene Ankerplatte 11, welche mit dem Ventilschaft 6a fest verbunden ist. Auf die Ankerplatte 11 und damit das Ventil 6 wirken in entgegengesetzter Richtung zwei Federn 18 und 19. In den Magnetkreis der beiden elektromagnetischen Systeme ist jeweils ein Dauermagnet 16 bzw. 17 eingefügt. Die Dauermagnete 16 und 17 halten den Anker 11 jeweils in den Endlagen. Die Haltekraft der Dauermagnete wird zur Auslösung der Ventilbewegung durch Gegenenergie des zugeordneten elektromagnetischen Systems aufgehoben, so daß der Anker 11 und damit das Ventil 6 unter der Wirkung der vorgespannten Federn 18 bzw. 19 in die andere Endlage überführt wird.



DE 3500530 A1

Dipl. Ing. Klaus Westphal  
Dr. rer. nat. Bernd Mussnug

Dr. rer. nat. Otto Buchner  
P A T E N T A N W Ä L T E  
European Patent Attorneys

Waldstrasse 33  
D-7730 VS-VILLINGEN

Flossmannstrasse 30 a  
D-8000 MÜNCHEN 60

Telefon 07721 56007  
Telegr. Westbuch Villingen  
Telex 5213177 webu d

Telefon 089-832446  
Telegr. Westbuch München  
Telex 5213177 webu d  
Telecop. 089-8344618  
(CCITT2) attention webu

3500530  
94.52

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zur Steuerung der Hubventile einer Verbrennungskraftmaschine, bestehend aus zwei dem Öffnen bzw. dem Schließen des Ventiles dienenden, abwechselnd mit der Drehfrequenz der Maschine erregbaren elektromagnetischen Systemen mit einem gemeinsamen Anker, der am Ventilschaft angebracht ist und zwischen zwei einander entgegenwirkenden Federn eingespannt ist, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem der beiden elektromagnetischen Systeme (14,23,11,25; 15,22,11,24) ein Dauermagnet (16,17) angeordnet ist, welcher den Anker (11) jeweils in der Hubendlage hält, und daß das Magnetfeld des den Anker (11) in Hubendlage haltenden ersten Dauermagneten (16 bzw. 17) mit dem magnetischen Gleichfeld, das von dem diesem Dauermagneten zugeordneten elektromagnetischen System erzeugt wird, derart aufhebbar ist, daß der Anker (11) von dem zweiten Dauermagneten (17 bzw. 16) angezogen wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld des den Anker (11) anziehenden Dauermagneten (16 bzw. 17) mit dem magnetischen Gleichfeld des diesem zugeordneten elektromagnetischen System (14,23,11,25, 15,22,11,24) verstärkt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das den Anker (11) anziehende Magnetfeld des Dauermagneten (16,17) kurz vor

Erreichen der Hubendlage mittels eines dem Magnetfeld des Dauermagneten (16,17) entgegenwirkenden Gleichfeldes des dem Dauermagneten (14,16) zugeordneten elektromagnetischen Systems (14,23,11,25; 15,22,11,24) geschwächt wird.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Federn (18,19) und dem Anker (11) Dämpfungselemente (13,13a) vorgesehen sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß beidseitig des Ankers (11) jeweils ein Konus (13a) am Ventilschaft (6a) angebracht ist, auf welchen verschiebbar eine Hülse (13) mit konischer Innenbohrung sitzt, an welcher sich jeweils eine der beiden Federn (18,19) abstützt, wobei die Hülse (13) und/oder Konus (13a) in radialer Richtung elastisch federnd sind und der Konuswinkel so bemessen ist, daß Konus (13a) und Hülse (13) nahezu selbsthemmend sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (11) mit dem Ventilschaft (6a) mittels Tellerfedern (12) verbunden ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet daß der in Form eines Ringes (9) ausgebildete Ventilsitz in Hubrichtung verstellbar und/oder mit Hilfe eines

Federpaketes (9a) abgefedert ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (14,15) der elektromagnetischen Systeme abwechselnd in einer Taktfrequenz bestrombar sind, welche der Resonanzfrequenz des schwingfähigen Systems, bestehend aus Ventil- (6,6a,13a), Anker- (11,12) und Federmasse (18,19,13) und Federkraft, entspricht.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetkörper (22,23) der elektromagnetischen Systeme lamelliert sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die topfförmig ausgebildeten Magnetkörper (22,23) aus evolvertenförmig geschichteten Blechen konstanter Dicke bestehen (Fig.2).
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die topfförmig ausgebildeten Magnetkörper (22,23) aus radial angeordneten Blechen mit proportional zum Achsabstand zunehmender Dicke bestehen (Fig. 3).



Dipl. Ing. Klaus Westphal  
Dr. rer. nat. Bernd Mussnug

Waldstrasse 10  
D-7730 VS-VILLINGEN

Telegr. Westbuch Villingen  
Telex 5213177 webu d

Dr. rer. nat. Otto Buchner

Flossmannstrasse 30a  
D-8000 MÜNCHEN 60

Telefon 089-832446  
Telegr. Westbuch München  
Telex 5213177 webu d  
Telecop. 089-8344618  
(CCITT2) attention webu

P A T E N T A N W Ä L T E  
European Patent Attorneys

4

3500530

94.52

Binder Magnete GmbH  
Mönchweilerstrasse 1

7730 Villingen-Schwenningen

## Vorrichtung zur elektromagnetischen Steuerung von Hubventilen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Steuerung der Hubventile einer Verbrennungskraftmaschine der im Oberbegriff des Hauptanspruchs angegebenen Art.

Bei nahezu allen Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere solchen für Kraftfahrzeuge, werden die Gaswechselventile mit Hilfe von vom Motor angetriebener Nockenwellen geöffnet und geschlossen. Hierbei wird abwechselnd das Einlaß- und das Auslaßventil eines jeden Zylinders gegen die Kraft einer Rückstellfeder geöffnet, welche für die Rückführung, also für das Schließen, der Ventile sorgt. Die Nockenwelle ist mittels einer Kette, eines Zahnriemens oder Zahnradgetriebes mechanisch mit der Motorwelle gekoppelt. Durch die geometrische Gestaltung der Steuernocken sind die Öffnungs- und Schließzeiten sowie das Verhältnis dieser Zeiten zueinander fest vorgegeben und hinsichtlich ihres Betrages von der Drehzahl der Motor- bzw. Nockenwelle unmittelbar abhängig. Nachteiligerweise

sind damit Öffnungs- und Schließzeiten nicht unabhängig von der Motordrehzahl veränderbar, so daß sich die zeitliche Veränderung des Öffnungsquerschnittes bzw. der Gasmenge nicht optimal an den jeweiligen Betriebszustand des Motors anpassen läßt. Besonders nachteilig ist, daß im unteren Drehzahlbereich wegen des langsameren Öffnens und Schließens der Ventile der Gasaustausch relativ ungünstig ist.

Zur Verbesserung des Gaswechsellvorganges wurden in der Fachliteratur schon Ventilsteuerungen vorgeschlagen, bei welchen die Nockensteuerung durch eine elektromagnetische Steuerung ersetzt ist, bei welcher die Hubbewegung gegen die Wirkung einer Rückführfeder von einem abhängig von der Motordrehzahl erregbaren Elektromagneten bewirkt wird.

Solche elektromagnetischen Ventilsteuerungen haben bislang in die Praxis nicht Eingang gefunden, was daran liegen mag, daß die erforderlichen Ventilhübe und Hubkräfte relativ groß sind und daß insbesondere bei schnellaufenden Motoren die Schließ- und Öffnungszeiten kurz sein müssen. Magnetsysteme mit der erforderlichen Hubkraft haben zu große Zeitkonstanten, so daß sich die notwendigen Öffnungs- und Schließzeiten nur schwer realisieren lassen.

Es wurden darum schon elektromagnetische Steuervorrichtungen dieser Art vorgeschlagen, bei welchen jedem Ventil zwei elektromagnetische Systeme zugeordnet sind, die abwechselnd in der Drehfrequenz der Maschine erreg-

bar sind. Ein solches System, von welchem die vorliegende Erfindung ausgeht, ist z.B. in der europäischen Patentanmeldung Veröffentlichungs Nr.0 043 426 beschrieben. Ein gemeinsamer Anker für beide elektromagnetische Systeme ist mit dem Ventilschaft hierbei fest verbunden und zwischen zwei einander entgegengewirkenden Federn eingespannt. Bei diesem System kann der Ort der Gleichgewichtslage des Federsystems durch Verändern der Vorspannung einer der beiden Federn verschoben werden, was mit Hilfe eines zusätzlichen, gesondert ansteuerbaren Lademagnetsystem möglich ist. Durch diese Maßnahme soll bei Einleitung des Ventilhubes der Energieaufwand herabgesetzt werden.

Auch bei diesem System ist es schwierig, die magnetischen Felder rasch aufzubauen und damit kurze Schließ- und Öffnungszeiten zu realisieren. Ein weiterer Nachteil ist, daß das Lagemagnetsystem wegen der ständigen Bestromung zusätzlich Energie aufnimmt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die im Oberbegriff des Hauptanspruchs angegebene Steuervorrichtung so zu verbessern, daß bei geringem Energieaufwand kurze Schaltzeiten realisierbar sind.

Gelöst wird diese Aufgabe mit den im Kennzeichen des Hauptanspruchs angegebenen Mitteln. Hiernach ist im magnetischen Kreis jedes der beiden elektromagnetischen Systeme ein Dauermagnet angeordnet. Der Dauermagnet hat die Aufgabe, den Anker und damit das Ventil in der jeweiligen Hubendlage zu halten. Die Haltekraft des

Dauermagneten läßt sich durch ein dem Magnetfeld des Dauermagneten entgerichtetes Gleichfeld, das vom Elektromagneten desselben Systems erzeugt wird, aufheben. Die Folge ist, daß der Anker unter der Wirkung der vorgespannten Feder abfällt und von dem anderen Magnetsystem eingefangen wird. Dessen Dauermagnet hält den Anker wiederum in der Hubendlage, bis seine Haltekraft durch das Gleichfeld des diesem Dauermagneten zugeordneten elektromagnetischen Systems aufgehoben wird. Da die Dauermagnete den Anker jeweils in die Endlage führen und dort halten, das Feld des Dauermagneten nur durch ein kurzes Bestromen der elektromagnetischen Systeme aufzuheben ist, ist die mit der Erfindung vorgeschlagene Steuervorrichtung energetisch günstiger. Ein weiterer Vorteil ist, daß der im magnetischen Kreis angeordnete Dauermagnet ähnlich wie ein Luftspalt die der Zeitkonstante des Systems herabsetzt, wodurch Schaltzeiten und damit Ventilschließ- und -öffnungszeiten verkürzt werden.

Ferner sichern die Dauermagnete ohne zusätzliche Stromzufuhr, daß das Steuerventil bei abgeschaltetem Motor in Hubendlage bleibt, was für eine störungsarme Arbeitsweise und insbesondere das Anlassen des Motors erforderlich oder zweckmäßig ist.

Nach dem erfindungsgemäßen Vorschlag wird die Ventilbewegung im wesentlichen durch die Anziehungskräfte der Dauermagneten sowie die Federkräfte der vorgespannten Federn bewirkt. Diese Bewegungen lassen sich nach weiteren Vorschlägen der Erfindung durch zusätzliches Erregen der elektromagnetischen Systeme beeinflussen.

Nach dem Vorschlag gem. Anspruch 2 kann beispielsweise dem den Anker anziehenden Feld ein in gleicher Richtung wirkendes magnetisches Gleichfeld des Elektromagneten überlagert werden, wodurch Anker- und Ventilbewegung beschleunigt werden.

Um die Aufprallenergie zu vermindern, ist es jedoch ratsam, die Erregung dieses Magneten kurz vor Erreichen der Hubendlage zu unterbrechen oder, wie mit Anspruch 3 vorgeschlagen ist, das Magnetfeld des Dauermagneten kurzzeitig mit einem vom Elektromagnetsystem erzeugten magnetischen Gleichfeld zu schwächen oder aufzuheben.

Weitere Dämpfungsmaßnahmen sind Gegenstand der Ansprüche 4 bis 7.

Für den Fall, daß der Anker in einer an sich stabilen Mittellage zwischen den beiden Systemen verharrt und damit das Ventil nur halb geöffnet bzw. geschlossen ist, kann dieser nach dem Vorschlag gem. Anspruch 8 sehr rasch mit geringem Energieaufwand in seine Endlage überführt werden. Zu diesem Zweck sind die elektromagnetischen Systeme abwechselnd in einer Taktfrequenz zu erregen, welche der Resonanzfrequenz des schwingfähigen Feder-Masse-Systems, bestehend aus den schwingenden Massen von Ventil, Anker und Feder und den von den beiden Federn erzeugten Federkräften, entspricht.

Mit den Ansprüchen 9 bis 11 sind schließlich Maßnahmen zur Herabsetzung der Wirbelströme vorgeschlagen,

wodurch im Sinne der eingangs genannten Aufgabenstellung kürzere Schaltzeiten und damit eine bessere Anpassung der Ventilsteuerung an den Gaswechselvorgang, sowie eine Energieeinsparung ermöglicht wird.

Anders als die rein mechanische Ventilsteuerung gestattet die elektromagnetische Ventilsteuerung eine von der Motorendrehzahl unabhängige Einstellung der Steuerzeiten, wodurch der Gaswechselvorgang entsprechend dem jeweiligen Betriebszustand des Motors, insbesondere wenn dieser im Teillastbereich arbeitet, optimal angepaßt werden kann. Dies hat eine Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Reduzierung des Kraftstoffverbrauches, also eine Verbesserung des Wirkungsgrades, zur Folge, wobei vorteilhafterweise wegen vollständigerer Verbrennung des Kraftstoffes die Umweltbelastung verringert wird.

Der Gegenstand der Erfindung ist nachstehend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels im einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen :

- Fig. 1            Axialschnitt einer erfindungsgemäßen  
                  Steuervorrichtung an einem nur teilweise  
                  dargestellten Motorzylinder,
- Fig. 2            Aufsicht eines lamellierten Magnetkörpers  
                  nach einem ersten Ausführungsbeispiel und
- Fig. 3            Aufsicht eines lamellierten Magnetkörpers

nach einem zweiten Vorschlag.

Im unteren Teil von Fig. 1 ist teilweise der Motorblock 1 einer Verbrennungskraftmaschine dargestellt, in welchem der Kolben 2 mit Kolbenringen 3 bewegbar angeordnet ist. Auf den Zylinderblock aufgesetzt und mit einer Zylinderkopfdichtung 4 abgedichtet ist der Zylinderkopf 5, über dessen Gaskanäle 10 das Luftgasgemisch zuführbar ist. Der Gaskanal 10 ist mittels des Telleventiles 6 verschließbar, welches mit seinem äußeren konisch geschliffenen Umfang an der ringförmigen Sitzfläche des Ventilsitzringes 9 anliegt. Zum Einstellen oder Nachstellen des Ventilsitzes kann der Ventilsitzring 9 gegen die Wirkung eines Federpaketes 9a mit Hilfe eines vorzugsweise verschraubbaren Stellringes 9b eingestellt werden.

Die gem. der Erfindung aufgebaute Steuervorrichtung besteht aus den nachstehend erläuterten Elementen 11 bis 33.

Zur Bewegungssteuerung des Ventils 6 ist an dem in der Ventilfehrung 7 und dem Führungsrohr 29 geführten Schaft 6 a mit Hilfe von Tellerfedern 12 ein Anker 11 angebracht, welcher zwischen dem oberen und unteren Elektromagneten gelegen ist und damit im magnetischen Kreis sowohl des unteren als auch des oberen Elektromagneten angeordnet ist. Beide magnetische Systeme sind nach Art von Topfmagneten vorzugsweise rotationssymmetrisch ausgebildet. Das untere System mit seiner Spule 14 besteht aus dem Kern 23 und dem Mantel 25, die gemeinsam den Magnetkörper

bilden. Zwischen ihnen im Magnetkreis ist der Dauermagnet 16 angeordnet, welcher sich innen an einem Distanzring 26 und außen an der Distanzhülse 20 abstützt, wobei beide Teile aus nichtmagnetischem Material bestehen.

In entsprechender Weise setzt sich das obere elektromagnetische System aus der Spule 15 mit Kern 22, Mantel 24 und Dauermagnet 17 zusammen, der wiederum von Distanzring 27 und Distanzhülse 20 gehalten ist.

Beidseitig des Ankers 11 sind Schraubenfedern 18 und 19 angeordnet, deren dem Anker 11 zugeordnete Enden sich über Dämpfungshülsen 13 und an dem Ventilschaft 6a fest angebrachten Konen 13a am Schaft 6a und damit am Anker 11 abstützen. Die entgegengesetzten Enden der Federn 18 und 19 liegen an Ringflanschen 28a und 29a der gehäusefesten Führungsrohre 28 und 29 an, auf deren Außenmantel die Federn 18 bzw. 19 und in deren Innenbohrung der Ventilschaft 6a verschiebbar geführt sind. Das unten gelegene Führungsrohr 28 stützt sich hierbei unter Federwirkung über die Zwischenscheibe 30 an der Innenfläche des Magnetkerns 23 ab. Das oben gelegene Führungsrohr 29, das sich gleichfalls unter Federdruck über die Zwischenscheibe 31 an der innen gelegenen Fläche des Magnetkernes 22 abstützt, ist außerdem mit Hilfe eines Gewindestückes 29b und einer Mutter 32 mit Sicherungs- bzw. Unterlegscheibe 33 am Deckel 21a festgelegt, welcher das mit dem Zylinderkopf 5 einstückige Gehäuse 21 nach oben verschließt.



Die schon oben erwähnten Dämpfungselemente 13 und 13a liegen mit ihren konischen Mantelflächen aneinander, deren Konuswinkel nahe des Selbsthemmungswinkels gewählt ist. Die Dämpfungshülse 13 besteht hierbei aus einem in radialer Richtung elastisch federnden Material. Durch diese Maßnahme wird der Aufprall der Ventil- und Ankermassen kurz vor Erreichen der Endlage gedämpft, wobei die Bewegungsenergie in einen weitgehend unelastischen Stoß umgewandelt wird, so daß der Anker nicht oder nur geringfügig prellt. Ein Rest von Prellbewegungen wird durch die Differenz aus magnetischer Haltekraft und Federkraft unterdrückt.

Mit Fig. 1 ist das Ventil 6 in Schließstellung dargestellt. In dieser Stellung wird es ausschließlich von dem den Anker 11 anziehenden Dauermagneten 17 gehalten. Soll es aus dieser Position in die Öffnungsstellung gebracht werden, wird mit Hilfe der Spule 15 ein magnetisches Gleichfeld aufgebaut, welches dem magnetischen Gleichfeld des Dauermagneten 17 entgegengerichtet ist und dieses darum aufhebt. Unter der Wirkung der vorgespannten Feder 19 wird die Ankerplatte 11 und damit das Ventil 6 ausgefahren, bis die Ankerplatte 11 von dem vom zweiten Dauermagneten 16 aufgebauten Magnetfeld angezogen und an den Polflächen des unteren Magnetkörpers 23, 25 zur Anlage gebracht wird.

Die in der Feder 19 gespeicherte potentielle Energie wird also zunächst in kinetische Energie umgewandelt, welche bei Erreichen der Endlage wiederum umgewandelt werden muß. Diesem Zweck dienen die erläuterten Dämpfungselemente 13, 13a zusammen mit den Tellerfedern 12

und in Schließstellung auch dem den Ventilsitzring 9 abfedernden Federpaket 9a. Die Schaltbewegung kann durch zusätzliches Erregen der Elektromagnetsysteme noch beschleunigt oder gebremst werden.

Das in Fig. 1 dargestellte System kann in einer Mittelstellung des Ventils in eine stabile Gleichgewichtslage gelangen. Bei symmetrischem Aufbau der beiden elektromagnetischen Systeme ist diese Mittellage erreicht, wenn sich die Ankerplatte 11 genau zwischen den Polflächen der beiden Systeme befindet. Aus dieser stabilen Gleichgewichtslage kann das Ventil in sehr einfacher Weise mit geringem Energieaufwand durch Aufschaukeln des Ventils herausgebracht werden. Zu diesem Zweck sind die elektromagnetischen Systeme abwechselnd zu erregen, wobei zweckmäßigerweise die Taktfrequenz der Resonanzfrequenz des Feder-Masse-Systems des schwingungsfähigen Ventils entspricht. In Bruchteilen einer Sekunde läßt sich die Ventilbewegung soweit aufschaukeln, daß die Ankerplatte 11 von einem der beiden Dauermagneten angezogen und in eine definierte Endlage gebracht wird.

#### Gute dynamische Eigenschaften

bei Magneten lassen sich bekanntermaßen durch Lamellieren des Magnetkörpers erreichen, da hierdurch Wirbelstromverluste erheblich verringert werden.

Bei der erfindungsgemäß ausgebildeten Steuervorrichtung sind darum auch zumindest die Kerne 22 und 23 der Magnetkörper lamelliert.

Eine besonders wirtschaftliche Herstellung lamellierter Kerne ist möglich, wenn, wie mit der Aufsicht gem. Fig. 2 angedeutet, die Lamellenbleche evolventenförmig gekrümmt angeordnet sind. In diesem Fall ist es bei einer topfförmigen Ausbildung des Magnetkörpers möglich, Bleche konstanter Dicke zu verwenden.

Möglich ist natürlich auch die Herstellung des Magnetkörpers mit radial verlaufenden Lamellenblechen, die in diesem Fall jedoch, wie die Aufsicht gem. Fig. 3 zeigt, proportional zum Achsabstand zunehmende Dicke haben müssen.

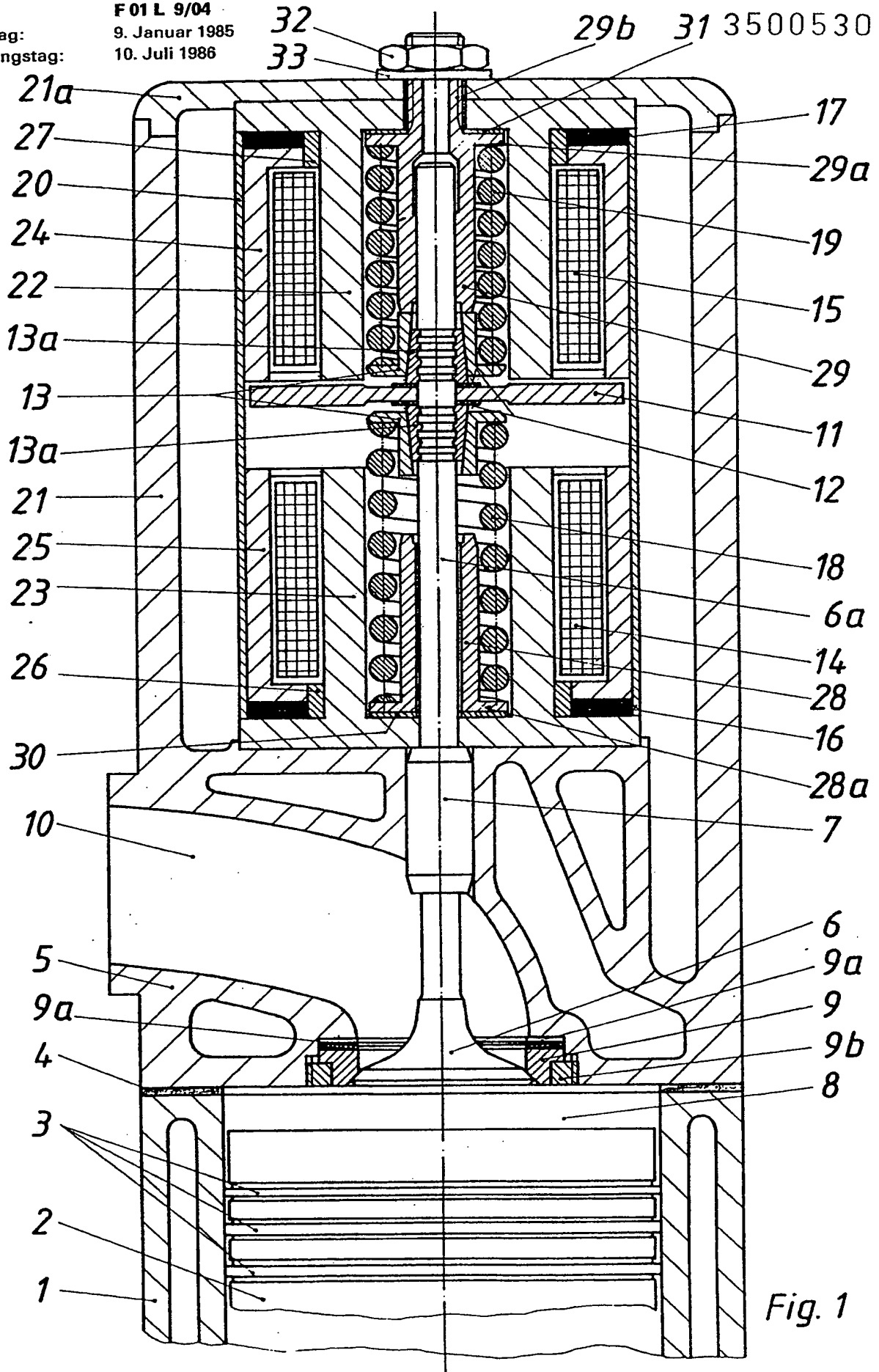
In entsprechender Weise können auch die Mäntel 24 und 25 der Magnetkörper lamelliert sein.

-15-  
- Leerseite -

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

35 00 530  
F 01 L 9/04  
9. Januar 1985  
10. Juli 1986

-17-



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 2

3500530

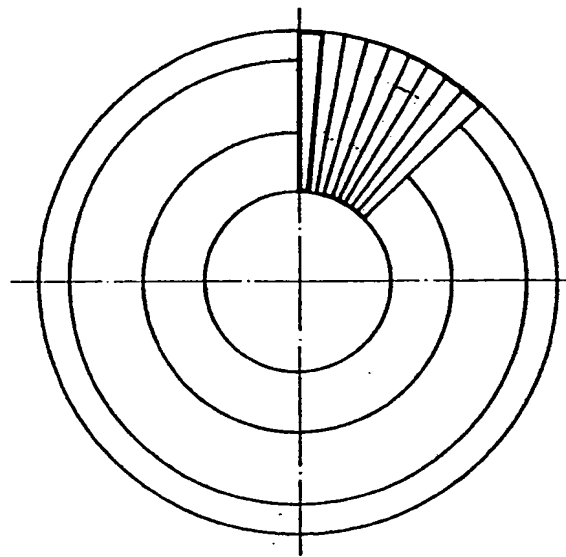
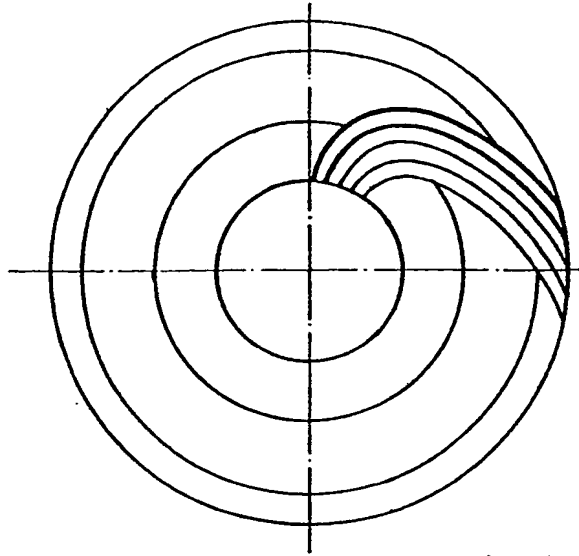


Fig. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**